

сложно ведут себя в процессе технологической переработки (трещины в сушке и другие явления). Поэтому появилась необходимость более детального изучения монтмориллонитовой глины кирпичного завода Пермского края. Данная работа является продолжением ранее выполненной работы по этому предприятию [1].

Химический состав глины для производства строительного кирпича (содержание оксидов, мас. %): SiO_2 – 62,65; Al_2O_3 – 12,30; Fe_2O_3 – 6,93; CaO – 2,63; MgO – 2,11; Na_2O – 2,63; K_2O – 1,64; п.п.п. – 9,10.

По данным дифференциально-термического анализа – это монтмориллонитовая глина. Химический и ДТА анализ дают возможность ориентировочно оценить минеральный состав глины: монтмориллонит – 40...45; свободный кремнезем – 30; карбонаты – 5; гидроксиды железа – 8; магнезиальные силикаты – 7; прочие минералы – 5 %.

По методике [2] рассчитали кажущуюся энергию активации процессов удаления адсорбционной и химически связанной воды из монтмориллонита [2].

Определен гранулометрический состав глины (содержание грубозернистых включений и тонкозернистых фракций), пластичность, формовочная влажность, чувствительность к сушке, механическая прочность и морозостойкость (косвенный метод – отношение холодного и горячего водопоглощения) [3].

При температуре обжига 1050 °С образцы, сформованные из пластичной массы оптимальной формовочной влажности, имели общую усадку – 8,8 %, водопоглощение – 9,50 %, открытую пористость – 19,0 %, среднюю плотность – 1,99 г/см³. На некоторых образцах были следы пережога, т.е. их следует обжигать при более низкой температуре. После обжига при 1050 °С образцы имели темно-коричневый цвет.

Библиографический список

1. Михайлова Н.А., Акулова М.А., Меньшенин Д.А., Толмачева А.Н. К вопросу определения марки кирпича керамического // Строительство и образование: Сб. науч. тр. Вып. 10. Екатеринбург, 2007. С. 107-109.
2. Фотиев А.А., Мочалов В.В. Оценка величины кажущейся энергии активации с помощью дифференциальной термогравиметрии // Неорганическая химия. 1968. Т. 13. Вып. 12. С. 3174-3177.
3. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗАКЛЕПОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ

Окулов Р.А., Калинин Н.С., Паршин В.С.

УрФУ

successful555@gmail.com

В настоящее время существуют различные способы производства заклепочной проволоки из алюминиевых сплавов. Из всех возможных способов нужно развивать более экономичные и энергоэффективные. Широко использу-

ется процесс волочения, в основном, благодаря высокой скорости обработки заготовок (скорость волочения до 70 м/с).

На энергоемкость процесса волочения влияет множество факторов, среди которых: коэффициент трения материала волокна, вытяжка, скорость и т.д. К сожалению, производители проволоки не могут менять некоторые из параметров из-за снижения производительности, но есть ряд таких параметров, при изменении которых влечет за собой снижение энергоемкости без снижения производительности. Таким фактором является угол конуса волокна.

Определим оптимальный параметр рабочего инструмента – угол конуса. Для анализа рассмотрим заклепочную проволоку, получаемую в соответствии с ГОСТ 14838-78 и специальными техническими условиями из алюминиевого сплава Д16. Посчитаем необходимые затраты энергоемкости на смещение единицы массы на единице длины заклепочной проволоки с начального диаметра 10 мм до конечного 7 мм при производстве на волочильном стане.

В настоящее время, процесс изготовления заклепочной проволоки при помощи волочильного стана состоит в следующем. На горизонтальном гидравлическом прессе получают заготовку для дальнейшего волочения – горячепрессованный прут, который далее сматывается в бухту и отжигается. Отожженная бухта поступает на стан однократного волочения с вертикальным барабаном, где подвергается волочению. После однократного волочильного стана проволока вновь отжигается и осуществляется процесс наращивания бухты путем сварки в стык. Готовая бухта, необходимой длины, обрабатывается на станах для многократного волочения проволоки до конечного размера.

Используя известную технологию после получения прутка на прессе, его отжига и дальнейшего волочения на стане однократного волочения до диаметра 10, заготовка отжигается вновь и поступает на стан многократного волочения, где с размера 10 обрабатывается до размера 7. Определим общую энергоемкость необходимую на обработку дюралюминиевой проволоки с начальным диаметром 10 мм до конечного 7 мм в 4 перехода $\varnothing 10 - \varnothing 9 - \varnothing 8 - \varnothing 7,4 - \varnothing 7$ без отжига на стане для многократного волочения.

В соответствии с ГОСТ Р 51750-2001 «Методикой определения энергоемкости при производстве продукции» энергоемкость может быть определена как

$$E = \frac{A}{m}, \quad (1)$$

где A – совершаемая работа; m – единица массы смещенного металла.

Общая энергоемкость при волочении за 4 перехода суммируется из энергоемкостей каждого отдельного перехода, определяется по формуле

$$E_{\text{гол}} = \sum_{i=1}^k E_i, \quad (2)$$

где k – число переходов; E_i – энергоемкость волочения круглого профиля в проволоку, с комбинированной формой продольного профиля рабочей зоны за один переход.

Работа, совершаемая за соответствующий переход, определяется согласно выражению

$$A_j = P_{волj} L_j, \quad (3)$$

где $P_{волj}$ – усилие волочения j -ого перехода; L_j – длина обработанной заготовки за j -ый переход.

Усилие волочения определяется по формуле

$$P_{вол} = F_{\kappa} \cdot \frac{1}{\cos^2\left(\frac{\alpha + \rho}{2}\right)} \cdot S_{mc} \cdot \frac{1+a}{a} \left(1 - \left(\frac{F_{\kappa}}{F_n}\right)^a\right) + \sigma_q \cdot \left(\frac{F_{\kappa}}{F_n}\right)^a \quad (4)$$

где F_n, F_{κ} – площадь поперечного сечения заготовки соответственно при входе и выходе из волоки; S_{mc} – среднее значение сопротивления пластической деформации в деформационной зоне; σ_q – напряжение противонапряжения; $a = \cos^2 \rho (1 + f_n \operatorname{ctg} \alpha) - 1$, где f_n – коэффициент трения; ρ – угол трения.

Для наглядности построим в одной системе координат четыре зависимости. Диаграмма изображена на рис. 1.

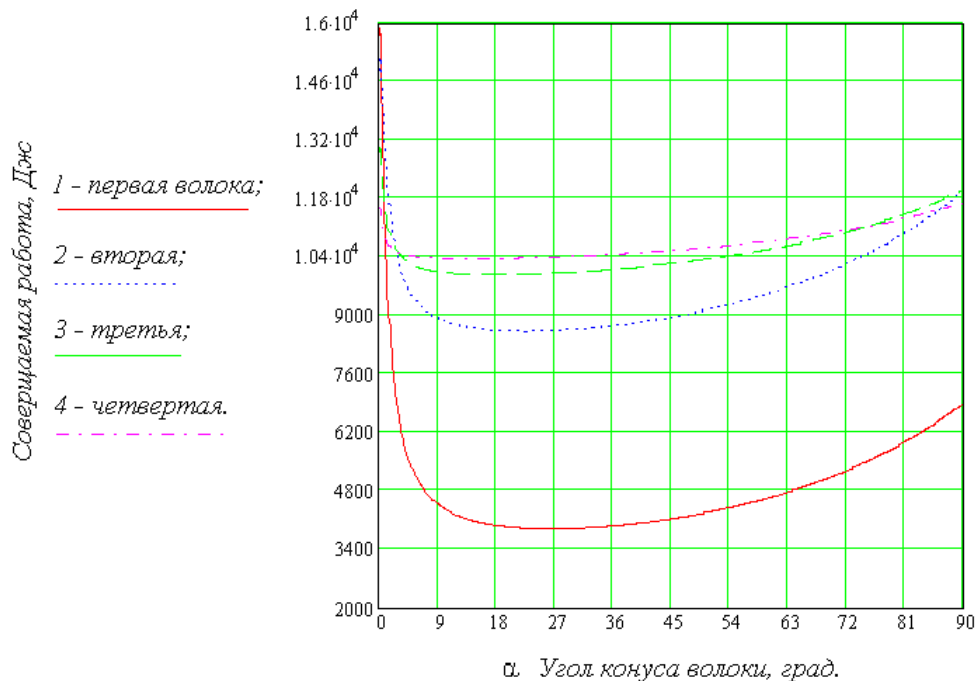


Рис. 1. Диаграмма зависимостей совершаемой работы от угла конуса волоки при четырех переходах

Зная зависимость совершаемой работы от угла конуса волоки, построим графики зависимости для каждого перехода и по графикам определим оптимум угла конуса волоки, при котором усилие будет минимальна. Искомые параметры представлены на рис. 2-5.

Оптимальные параметры рабочего инструмента



Рис. 2. Переход № 1: $\alpha_{opt} = 26,461^{\circ}$;
 $m = 0,145$ кг; $P_{min} = 3,143$ кН;
 $A_{min} = 3,88$ кДж; $E_{min} = 29480$ Дж/кг

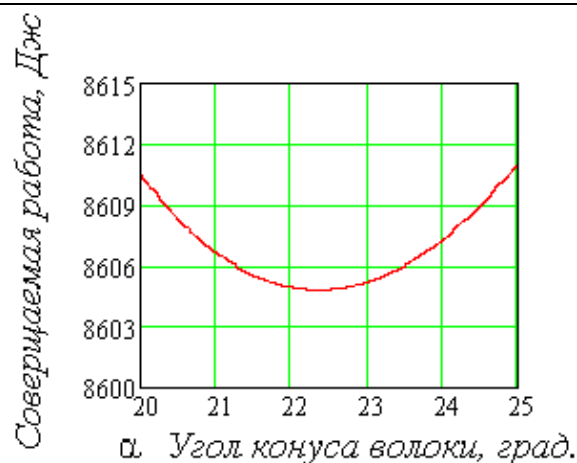


Рис. 3. Переход № 2: $\alpha_{opt} = 22,344^{\circ}$;
 $m = 0,164$ кг; $P_{min} = 6,799$ кН; $A_{min} = 8,605$ кДж;
 $E_{min} = 53710$ Дж/кг



Рис. 4. Переход № 3: $\alpha_{opt} = 17,951^{\circ}$;
 $m = 0,104$ кг; $P_{min} = 8,533$ кН;
 $A_{min} = 9,973$ кДж; $E_{min} = 96210$ Дж/кг



Рис. 5. Переход № 4: $\alpha_{opt} = 13,827^{\circ}$;
 $m = 0,072$ кг; $P_{min} = 9,259$ кН;
 $A_{min} = 10,35$ кДж; $E_{min} = 71570$ Дж/кг

Найдем минимальное значение энергоёмкости при известных оптимальных значениях угла конуса волокна. Общая энергоёмкость на единицу длины составляет $E_{общ} = 251$ кДж/кг.

Таким образом, изменив один из параметров рабочего инструмента, можно существенно повлиять на энергоёмкость процесса волочения без потери производительности. Учитывая объем производства проволоки в год, можно сказать об экономии большого количества денежных средств. В 2009 году в России произведено около 2,7 млн. т проволоки (8 % мирового производства), следовательно, целесообразно внедрение и широкое использование оптимизированных рабочих инструментов на производстве.